

PCT/JP01/06232

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.07.01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年10月13日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-312757

出 願 人
Applicant(s):

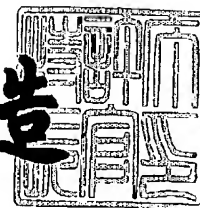
日本精工株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3074834

【書類名】 特許願

【整理番号】 200127

【提出日】 平成12年10月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00
F16C 29/00
F16H 25/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 齋藤 剛

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 宇山 英幸

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

特2000-312757

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転動装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 外方部材と、内方部材と、前記外方部材と前記内方部材との間に転動自在に配設される複数の転動体と、を備えた転動装置において、前記外方部材及び前記内方部材の少なくとも一方をチタン合金で構成し、且つ、その軌道面に硬質膜を設けるとともに、前記転動体をセラミックスで構成したことを特徴とする転動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受、リニアガイド、ボールねじ等の転動装置に係り、特に、液晶、半導体製造装置等のような真空環境下において使用される装置や、宇宙ステーション、人工衛星等のような宇宙環境下において使用される装置に、好適に適用される転動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

上記のような真空環境下や宇宙環境下において使用される装置に適用可能な転動装置としては、例えば、本出願人が既に提案している特願平11-347960号明細書に記載の軸受がある。

この軸受は、軌道輪がチタン合金で構成されているとともに、軌道輪の表面に窒素化合物層を、そして該窒素化合物層の直下に窒素拡散層を備えていて、耐摩耗性、転がり寿命、耐食性等が優れている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の軸受には種々の問題点があった。

まず、軌道輪がチタン合金で構成されているため、ヤング率が110GPa程度（スチールの半分程度）と低いことである。そのため、軌道面におけるヘルツの接触面圧はスチールと比較して低くなるものの、接触楕円の面積が大きくなる

ため、差動すべりが大きくなる。また、硬さがスチールと比較して低いため、耐摩耗性が劣っていた（第一の問題点）。

【0004】

さらに、チタン合金に窒素化合物層のような硬化層を被覆した場合、特に、大きな接触応力が作用する軌道輪の軌道面に硬化層を設けた場合は、硬化層が母材から剥離しやすいという問題点があった（第二の問題点）。

このような問題点を解決するためには、硬化層と母材との密着強度を向上させる必要があり、具体的には、イオンミキシングによって界面をミキシングする方法（特開平7-90553号公報）や、WC膜やSi系の被膜を中間層として設けて密着性を改善する方法（特開平9-94911号公報，特開平7-41779号公報）が知られている。しかしながら、これらの方法は硬化層と母材との密着性の改善には効果があるものの、軸受性能や量産性を考えると好ましい方法とは言えなかった。

【0005】

さらにまた、真空環境下や宇宙環境下において軸受を使用する場合には、蒸発等の問題によりグリースや潤滑油を軸受に使用することができない。したがって、硬化層により耐摩耗性は優れているが、潤滑剤を備えていないため、その寿命は十分ではなかった（第三の問題点）。

そこで本発明は、上記のような従来の転動装置の有する問題点を解決し、耐摩耗性が優れるとともに潤滑剤を使用しなくても長寿命で、真空環境下や宇宙環境下において使用される装置に好適に適用可能な転動装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の転動装置は、外方部材と、内方部材と、前記外方部材と前記内方部材との間に転動自在に配設される複数の転動体と、を備えた転動装置において、前記外方部材及び前記内方部材の少なくとも一方をチタン合金で構成し、且つ、その軌道面に硬質膜を設けるとともに、前記転動体をセラミックスで構成したことを特徴

とする。

【0007】

前記外方部材及び前記内方部材の少なくとも一方の軌道面に硬質膜を設けることにより、耐摩耗性が向上する。また、前記転動体をセラミックスで構成することにより、接触楕円の面積が小さくなり、差動すべりが極力抑えられると同時に、転動面における凝着が防止される。これらのことにより、前記第一の問題点が解決されて該転動装置が長寿命となる。

【0008】

なお、前記硬質膜としては、TiN、TiC、TiCN、TiAlN、CrN、SiC、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等のうちの少なくとも1種からなる被膜を例示することができる。

また、前記チタン合金を、ビッカース硬さHv350以上の表面硬さを有するものとしてもよい。そうすれば、高面圧が作用しても母材の変形(塑性変形)が抑制されるので、前記硬質膜と母材との界面における応力を緩和する効果が期待できて、前記硬質膜の母材に対する密着性の向上が図られる。よって、前記第二の問題点が解決されて、該転動装置が長寿命となり、信頼性が向上する。

【0009】

表面硬さがHv350未満であると該転動装置の寿命が十分ではなく、該転動装置の寿命をより長寿命とするためには、表面硬さをHv450以上とすることが好ましい。

なお、前記チタン合金をHv350以上の表面硬さを有するようにする方法としては、前記チタン合金に溶体化処理及び時効硬化処理を施す方法や、ガス窒化処理を施す方法等を例示することができる。

【0010】

さらに、前記外方部材及び前記内方部材の少なくとも一方の軌道面の最表層、すなわち、前記硬質膜のさらに上層に、0.1~10 μ mの厚さの潤滑膜を設けてもよい。そうすれば、該転動装置に優れた潤滑性を付与することができるとともに、該潤滑膜の潤滑性と前記硬質膜との相乗効果によって、長期間にわたって優れた潤滑性能を維持することができる。

【0011】

前記潤滑膜の厚さが $0.1\mu\text{m}$ 未満であると、転動装置に十分な寿命を付与することが困難となる。一方、 $10\mu\text{m}$ 超過であると転動装置のトルク変動が大きくなり、また、経済性が悪い。寿命及びトルク変動をともに良好なものとするためには、 $0.1\sim 5\mu\text{m}$ の厚さとすることがより好ましい。

前記潤滑膜としては、固体潤滑剤や蒸気圧の低い潤滑剤からなる被膜が好ましい。そうすれば、真空環境下や宇宙環境下においても蒸発しにくいので、前記のような環境下において使用される装置に適用しても該転動装置は長寿命となり、前記第三の問題点が解決される。

【0012】

なお、前記潤滑膜としては、二硫化モリブデン(MoS_2)、二硫化タングステン(WS_2)、官能基を有する含ふっ素重合体(パーフルオロアルキル重合体)等のうちの少なくとも1種からなる被膜を例示することができ、これらは該転動装置の使用条件や要求性能に応じて、適宜選択される。

以上のようなことから、本発明の転動装置は耐摩耗性が優れるとともに潤滑剤を使用しなくても長寿命であるので、真空環境下や宇宙環境下において使用される装置に好適に適用することが可能である。

【0013】

なお、本発明における転動装置としては、転がり軸受、ボールネジ、直動案内軸受(リニアガイド)等があげられる。

また、本発明における前記外方部材とは、転動装置が転がり軸受の場合には外輪、同じくボールねじの場合にはボールねじナット、同じくりニアガイド装置の場合にはスライダを、それぞれ意味する。また、本発明における前記内方部材とは、転動装置が転がり軸受の場合には内輪、同じくりニアガイド装置の場合には案内レール、同じくボールねじの場合にはねじ軸を、それぞれ意味する。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明に係る転動装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。
なお、以降の説明においては、同一又は相当する部分には、同一の符号を付して

ある。

図1は、本発明に係る転動装置の一実施形態である深溝玉軸受（軸受型番：608）の断面図である。

【0015】

この深溝玉軸受1は、外輪2と、内輪3と、外輪2と内輪3との間に転動自在に配設される複数の転動体4と、を備えている。

そして、外輪2及び内輪3はチタン合金で構成され、転動体4はセラミックスで構成されている。チタン合金としては、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であるTi-6Al-4Vと、 β 型チタン合金であるTi-15Mo-5Zr-3Al及びTi-15Mo-5Zrとが、よく使用され、セラミックスとしては、窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニア、アルミナ等が、よく使用される。

【0016】

外輪2及び内輪2は、次のようにして製作される。まず、上記のようなチタン合金に旋削加工を施し、溶体化処理及び時効硬化処理を施す方法又はガス窒化処理を施す方法により硬化処理を施して、表面硬さをビッカース硬さHv350以上とした後に、研削加工を施す。次に、前記両輪2、3の軌道面に硬質膜5を形成し、さらに、硬質膜5の上層に、二硫化モリブデン、二硫化タングステン、官能基を有する含ふっ素重合体等からなる潤滑膜6を設ける。

【0017】

ここで、チタン合金の硬化処理（溶体化処理及び時効硬化処理を施す方法と、ガス窒化処理を施す方法）について具体的に説明する。

まず、溶体化処理は、Ti-6Al-4Vについては950～1000℃、Ti-15Mo-5Zr-3Al及びTi-15Mo-5Zrについては800～850℃で1時間保持し、水冷することにより行った。

【0018】

次に、硬度の高い α 相を β 相から析出させる時効硬化処理は、350～500℃で3～40時間保持することにより行った。時効硬化処理を施されたチタン合金の硬さは、時効硬化処理の処理時間により調整した。冷却は、通常は空冷により行うが、析出組織をより微細にして硬さをより向上させる必要がある場合には

、炉冷によって徐冷してもよい。

【0019】

また、より均一且つ微細に α 相を析出させるために、426℃で17時間保持した後に475℃で7時間保持する二段時効硬化処理を採用してもよい。

次に、ガス窒化処理は、図2に示すような工程により行った。まず、表面の酸化を防ぐために、チタン合金製の内外輪2、3を高真空状態の炉内に保持して、変態点以下の所定の窒化処理温度まで加熱する。その炉内の圧力は0.1333 Pa以下とする。これを上回る圧力（低真空状態）の炉内で窒化処理を行うと、炉内の残留酸素とチタンとが化学反応してチタン合金表面に酸化物が厚く形成されるので、その後の窒化処理が阻害されてしまう。

【0020】

窒化処理温度については、温度が高いほどチタンと窒素との反応性が高まり、さらにチタン合金内に侵入した窒素の拡散速度も向上するため、窒素拡散層は表面からより深い部分まで形成されるが、チタン合金の変態点（ α 相から β 相へ変態する温度）以上の温度になると、チタン合金の結晶粒が急激に大きくなり、疲れ強さに悪影響を及ぼす。また、その後の時効硬化処理などにより結晶粒内部に析出する組織も粗くなり、硬さの上昇が小さくなる。

【0021】

したがって、窒化処理温度はチタン合金の変態点以下であって、できるだけ高い温度が適しており、具体的には変態点よりも5～200℃低い温度が望ましい。なお、Ti-6Al-4Vの変態点は995℃、Ti-15Mo-5Zr-3Alは785℃、Ti-15Mo-5Zrは730℃である。

次に、炉内が所定の窒化処理温度に達したら、その温度に保持した状態で窒化ガス（窒素ガスあるいは窒素原子を有するガス（例えばNH₃ガス）の単体又は混合ガス）を導入し、下記のような所定のガス圧力に制御した状態で所定の時間保持する。

【0022】

この時、導入するガスの圧力が高くて炉内のガス圧が高くなり過ぎると、窒化ガスの量が多すぎてチタン合金表面の窒化が急激に進行するため、チタン合金表

面に粗く脆い窒化層組織が形成される場合がある。それを避けるためには、炉内のガス圧は、 1333 Pa 以下に保持することが望ましい。また、冷却時も酸化を防ぐために、所定のガス圧に保持したまま炉内で冷却することが望ましい。

【0023】

次に、外輪2及び内輪3の軌道面に硬質膜5を形成する方法について説明する。

硬質膜5の形成は、図3に示すようなアーク蒸着法による被膜処理装置により行った。以下に、装置の構成と処理の手順とを示す。

この装置は、真空槽11と、真空槽11内に配置された回転テーブル12と、回転テーブル12を挟んで対向配置された1対の陰極13、13と、気体導入口14、15と、真空ポンプ16とから構成されている。符号21は回転テーブル12の回転軸である。

【0024】

まず、回転テーブル12に外輪2と内輪3とを載置した。次に、真空ポンプ16により真空槽11内を排気して圧力を $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 以下とした状態で、気体導入口14からArガスを導入しながら1対の陰極13、13に対してDCバイアスの印加を行うことにより、Arによるイオンボンバードを行い、ワーク（外輪2及び内輪3）のクリーニングを行った。

【0025】

次に、ワークの温度を $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$ とし、Ti系の硬質膜5を設ける場合にはTi材を、Cr系の硬質膜5を設ける場合にはCr材を、それぞれターゲット31、32に取り付けた。そして、回転テーブル12を回転させながら、ターゲット31、32に $-200 \sim -300\text{ V}$ 、 $80 \sim 150\text{ A}$ のバイアスを印加した。

【0026】

また、窒化物系の硬質膜5を設ける場合はプロセスガスとして窒素ガス、炭化物系の硬質膜5を設ける場合はプロセスガスとしてメタンガス(CH_4)を、気体導入口15から導入して、回転テーブル12を回転させながら、ターゲット31、32に同様のDCバイアスを印加した。

このような操作により、外輪2の少なくとも内周面全体と内輪3の少なくとも外周面全体とに、硬質膜5を設けることができた。硬質膜5の膜厚は、処理時間により調整した。

【0027】

なお、ガス窒化処理を施したものについては、ガス窒化処理により表面に形成された窒素化合物層を仕上げ研磨により取り除き、窒素拡散層を表出させ表面硬さをHv550以上とし、その上層に硬質膜5を設けた。

また、硬質膜5を設ける方法は、上記のような方法に限定されるものではなく、例えば、HCDイオンプレーティング法、スパッタリング法、プラズマCVD法等を採用してもよい。

【0028】

次に、硬質膜の剥離寿命を評価した結果について説明する。使用した軸受は、上記と同様の方法によって製造したスラスト玉軸受（軸受型番：51305）である。

図4に示すように、スラスト寿命試験機の回転軸41に、外輪2、内輪3、転動体4、保持器7を備えるスラスト玉軸受1を装着し、ハウジング42内に潤滑油を満たした状態で、下記条件で回転試験を行った。

【0029】

荷重 : 9800N

回転速度 : 1000rpm

保持器材質：黄銅

転動体材質：窒化ケイ素

潤滑剤 : #68タービン油（68cSt/40℃）

外輪2及び内輪3の母材の表面硬さHv、硬質膜の種類、剥離寿命の結果を、それぞれ表1に示す。なお、外輪2及び内輪3の母材は、 β 型チタン合金Ti-15Mo-5Zr-3Alである。また、剥離寿命の判定は、加速度ピックアップにより検出した振動レベルが、初期値の5倍に達した時点を寿命とした。そして、生材（硬化処理を施していない母材）にTiNからなる硬質膜を被覆したもの（比較例1）の寿命を1とした相対値により示した。

【0030】

【表1】

| | 母材の硬化処理 の種類 ¹⁾ | 母材の表面硬さ Hv | 硬質膜 | 剥離寿命比 |
|-------|------------------------------|---------------|---------|-------|
| 実施例1 | A | 450 | TiN | 33 |
| 実施例2 | A | 500 | TiN | 52 |
| 実施例3 | A | 500 | TiAlN | 78 |
| 実施例4 | A | 500 | SiC+DLC | 45 |
| 実施例5 | B | 603 | TiN | 85 |
| 実施例6 | B | 889 | TiN | 83 |
| 実施例7 | B | 889 | TiAlN | 132 |
| 実施例8 | B | 889 | SiC+DLC | 111 |
| 実施例9 | A | 376 | TiN | 10.5 |
| 実施例10 | A | 376 | TiAlN | 13.2 |
| 実施例11 | A | 350 | TiN | 8.5 |
| 実施例12 | A | 350 | TiAlN | 10.1 |
| 比較例1 | なし | 290 | TiN | 1 |
| 比較例2 | A | 290 | TiAlN | 1.8 |

1) A: 溶体化処理+時効硬化処理 B: ガス窒化処理

【0031】

母材の表面硬さHvと硬質膜の剥離寿命との関係を図5に示す。図5から分かるように、母材の表面硬さがHv350以上であると、硬質膜の剥離寿命が向上し、Hv450以上であると、より大きく向上した。

次に、真空環境下での耐久性を評価した結果について説明する。使用した軸受

は、上記と同様の方法によって製造した深溝玉軸受（軸受型番：608、内径8mm×外径22mm×幅7mm）である。

【0032】

真空耐久試験装置の真空チャンバー61内の軸受ハウジング62に、外輪2、内輪3、転動体4を備える深溝玉軸受1を装着して（図6参照）、真空環境下における耐久試験を行った。なお、モータ63の回転は、磁気シールユニット64を介して試験軸受1に導入されるようになっている。また、アキシャル荷重がコイルばね65により試験軸受1に負荷され、試験軸受1の回転トルクは図示しないストレインゲージを貼り付けた板ばね66により測定されるようになっている。さらに、真空チャンバー61内の真空排気は、図示しないターボ分子ポンプやイオンポンプ等により行われる。

【0033】

試験条件は、下記の通りである。

アキシャル荷重：49N

回転速度：1000rpm

真空度： 10^{-5} Pa以下

外輪2及び内輪3の母材の種類、母材に施した硬化処理の種類、母材の表面硬さHv、硬質膜5の種類、潤滑膜6の種類、転動体4の材質、寿命（真空耐久試験の結果）を、それぞれ表2に示す。なお、潤滑膜の種類欄における「DFO」とは、官能基を有する含ふっ素重合体を意味する。また、寿命は、生材（硬化処理を施していない母材）にTiNからなる硬質膜を被覆したもの（比較例3）の寿命を1とした相対値により示した。

【0034】

【表 2】

| | 母材の材質 | 硬化 処理 ¹⁾ | 母材の表面 硬さHv | 硬質膜 の種類 | 潤滑膜 の種類 | 転動体の 材質 | 寿命比 |
|-------|-----------------|------------------------|---------------|------------------|------------------|------------|------|
| 実施例13 | Ti-6Al-4V | B | 554 | TiN | DFO | 窒化珪素 | 42 |
| 実施例14 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | A | 450 | TiN | DFO | 窒化珪素 | 48 |
| 実施例15 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | CrN | DFO | 窒化珪素 | ≥100 |
| 実施例16 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | TiAlN | DFO | 窒化珪素 | ≥100 |
| 実施例17 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | DLC | DFO | 窒化珪素 | ≥100 |
| 実施例18 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | TiN ₀ | DFO | 沸エフ | ≥100 |
| 実施例19 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | TiN | DFO | 炭化珪素 | ≥100 |
| 実施例20 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | TiN | DFO | アルミナ | ≥100 |
| 実施例21 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | TiN | DFO | 2) | ≥100 |
| 実施例22 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | DLC | MoS ₂ | 窒化珪素 | 35 |
| 比較例23 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | DLC | WS ₂ | 窒化珪素 | 41 |
| 比較例24 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | DLC | なし | 窒化珪素 | 22 |
| 比較例25 | Ti-15Mo-5Zr | B | 667 | TiN | DFO | 窒化珪素 | ≥100 |
| 比較例26 | Ti-15Mo-5Zr | A | 552 | TiN | DFO | 窒化珪素 | ≥100 |
| 比較例27 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | A | 376 | TiN | DFO | 窒化珪素 | 33 |
| 比較例28 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | A | 376 | TiN | MoS ₂ | 窒化珪素 | 18 |
| 比較例29 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | A | 376 | TiN | WS ₂ | 窒化珪素 | 19 |
| 比較例3 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | なし | 290 | TiN | DFO | 窒化珪素 | 1 |
| 比較例4 | Ti-15Mo-5Zr-3Al | B | 603 | なし | DFO | 窒化珪素 | 7.6 |

1) A : 溶体化処理+時効硬化処理 B : ガス窒化処理

2) 窒化珪素+TiN膜

【0035】

表2から分かるように、本実施例13～29の深溝玉軸受1は、真空環境下においても優れた寿命を有していて、特に、母材の表面硬さが高いものが極めて優れた寿命を有していた。

母材としては、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金である $Ti - 6Al - 4V$ と、 β 型チタン合金である $Ti - 15Mo - 5Zr - 3Al$ 及び $Ti - 15Mo - 5Zr$ とを用いているが、母材の表面硬さを $Hv 350$ 以上、好ましくは $Hv 450$ 以上にできるのであれば、チタン合金の種類は前記のものに限定されず、他の種類のチタン合金も使用可能である。

【0036】

なお、本実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は本実施形態に限定されるものではない。例えば、本実施形態においては、転動装置として転がり軸受を例示して説明したが、本発明の転動装置は、他の種類の様々な転動装置に対して適用することができる。例えば、ボールねじ、リニアガイド、リニアブッシュ等の直動案内装置にも好適に適用可能である。

【0037】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明に係る転動装置は、耐摩耗性が優れるとともに潤滑剤を使用しなくても長寿命であるので、真空環境下や宇宙環境下において使用される装置に好適に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の転動装置の一実施形態である深溝玉軸受の縦断面図である。

【図2】

ガス窒化処理工程の内容を示す模式図である。

【図3】

被膜処理装置の構成を示す概略図である。

【図4】

スラスト寿命試験機の構成を示す断面図である。

【図5】

母材の表面硬さ Hv と硬質膜の剥離寿命との関係を示すグラフである。

【図6】

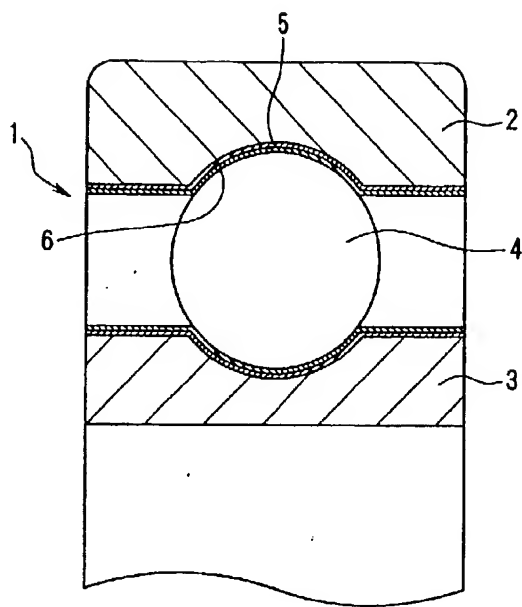
真空耐久試験装置の構成を示す概略図である。

【符号の説明】

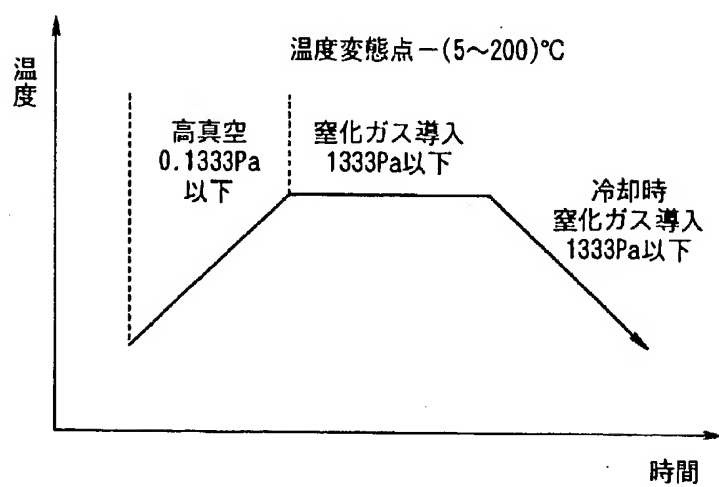
- 1 深溝玉軸受（スラスト玉軸受）
- 2 外輪
- 3 内輪
- 4 転動体
- 5 硬質膜
- 6 潤滑膜

【書類名】 図面

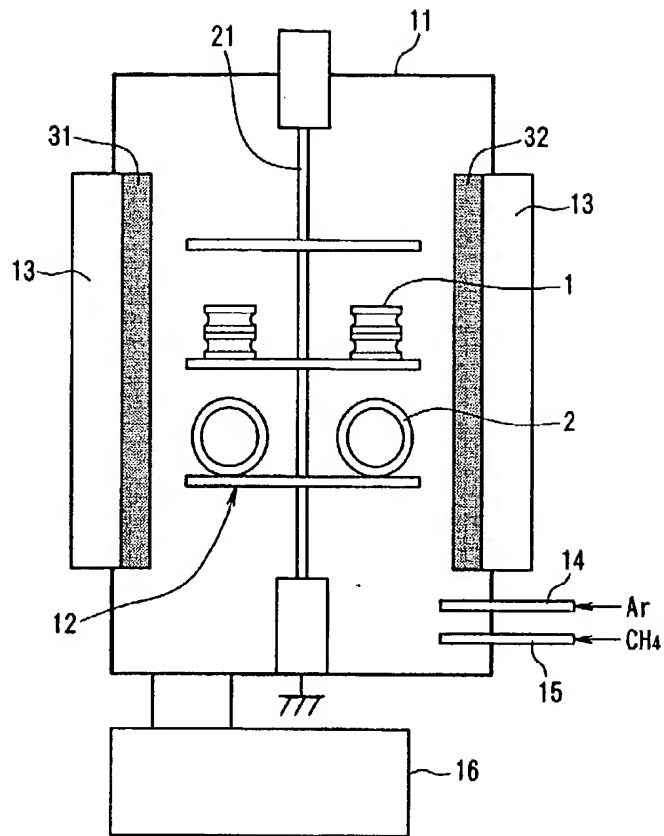
【図 1】



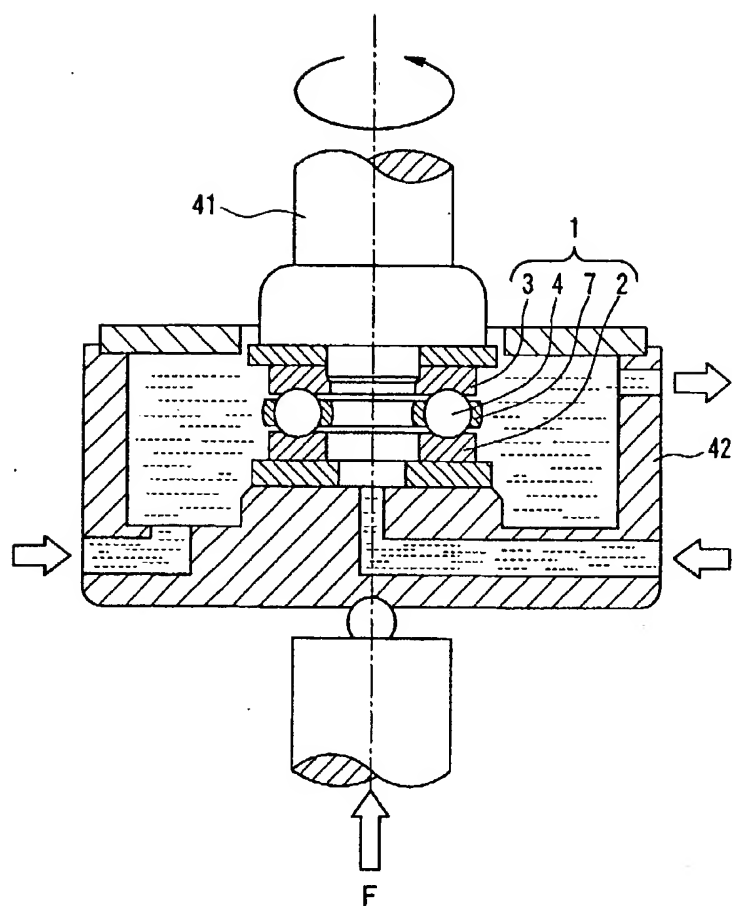
【図 2】



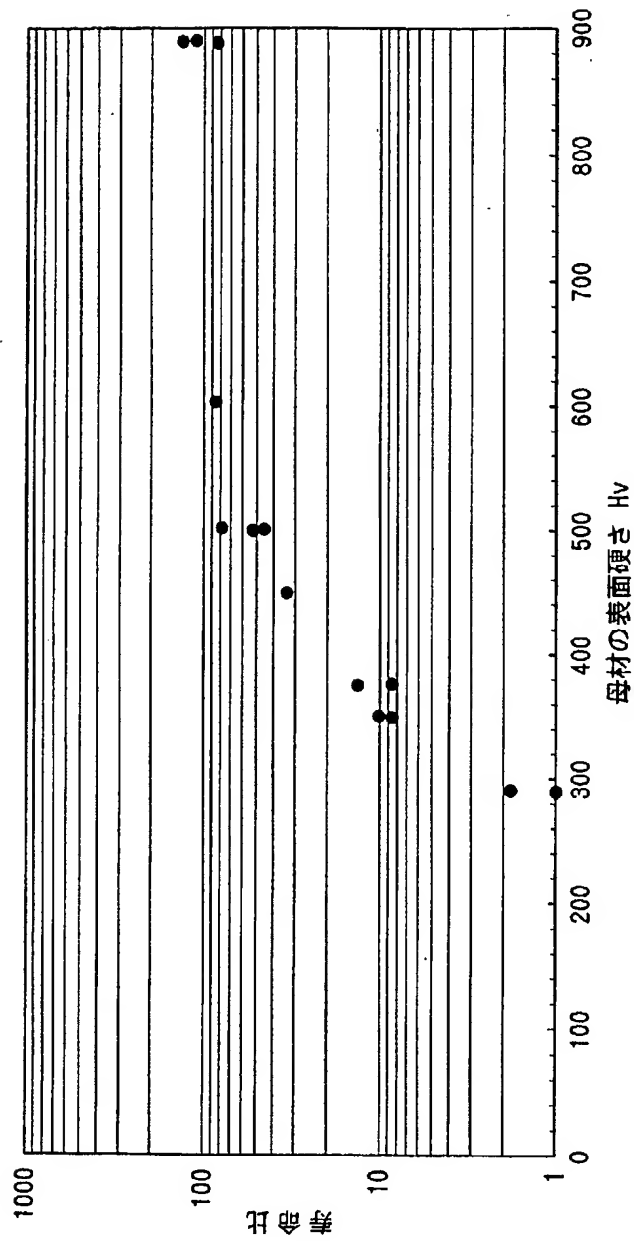
【図3】



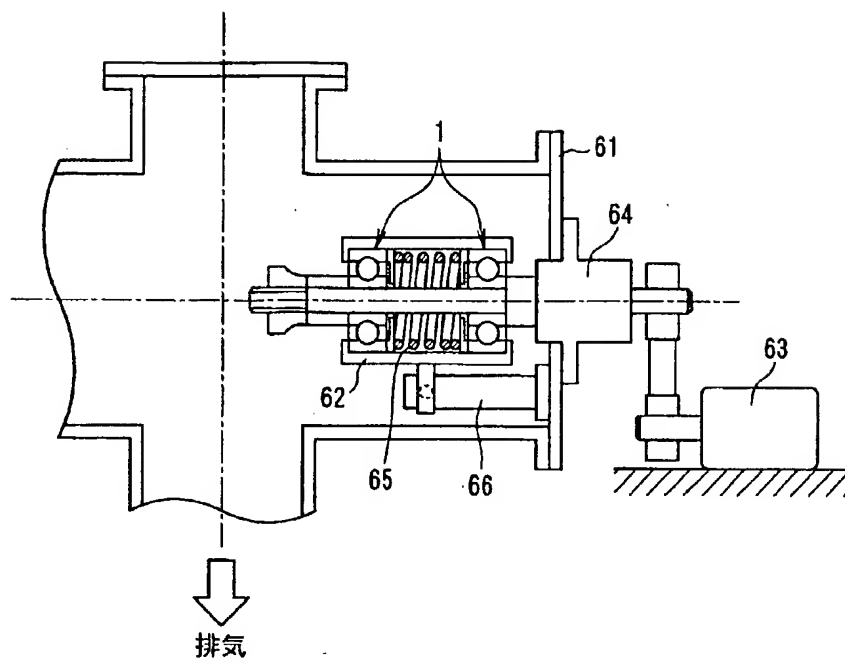
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐摩耗性が優れるとともに潤滑剤を使用しなくても長寿命で、真空環境下や宇宙環境下において使用される装置に好適に適用可能な転動装置を提供する。

【解決手段】 外輪 2 と、内輪 3 と、外輪 2 と内輪 3 との間に転動自在に配設される複数の転動体 4 と、を備えた深溝玉軸受 1 において、外輪 2 及び内輪 3 をチタン合金で構成し、且つ、その軌道面に硬質膜 5 を設けた。さらに、転動体 4 をセラミックスで構成した。

【選択図】 図 1

特2000-312757

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名 日本精工株式会社